

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-286517  
(P2003-286517A)

(43) 公開日 平成15年10月10日 (2003. 10. 10)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 2 1 D 1/18  
1/00

識別記号

1 2 0

F I

C 2 1 D 1/18  
1/00

ターミナル\* (参考)

U 4 K 0 3 4  
1 2 0

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2002-94301 (P2002-94301)

(22) 出願日 平成14年3月29日 (2002. 3. 29)

(71) 出願人 391024205  
オリエンタルエンジニアリング株式会社  
東京都荒川区西日暮里2丁目25番1号  
(71) 出願人 000004444  
新日本石油株式会社  
東京都港区西新橋1丁目3番12号  
(72) 発明者 山方 三郎  
埼玉県富士見市みずほ台3丁目6-1-302  
(74) 代理人 100066980  
弁理士 森 哲也 (外2名)

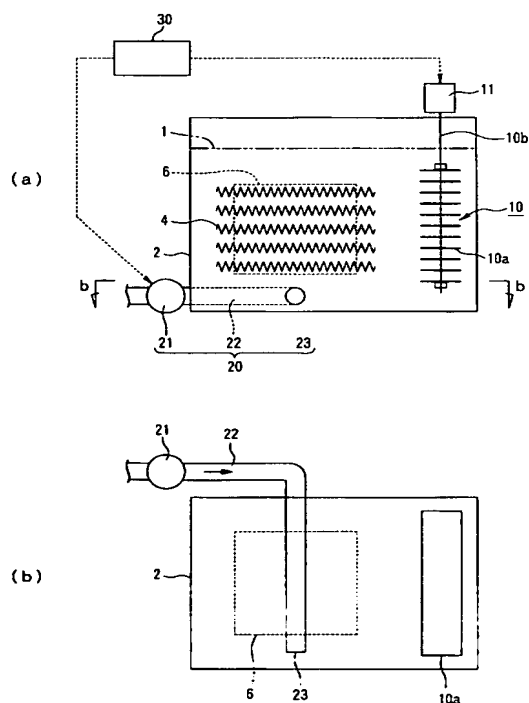
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼入れ方法及び焼入れ装置

(57) 【要約】

【課題】 焼入れ処理における冷却能のバラツキを抑制し、焼入れ時に発生する変形や歪みを抑制可能な焼入れ方法及び焼入れ装置を提供する。

【解決手段】 ワーク（被処理物）を浸漬し冷却を行う冷却液2を、振動攪拌機10によって振動攪拌したのち、噴流攪拌機20で噴流攪拌することによって、冷却能のバラツキを抑制する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を振動によって撹拌した後、噴流によって撹拌することを特徴とする焼入れ方法。

【請求項 2】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を振動及び噴流によって撹拌した後、噴流によって撹拌することを特徴とする焼入れ方法。

【請求項 3】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を振動によって撹拌した後、振動及び噴流によって撹拌し、さらにその後噴流によって撹拌することを特徴とする焼入れ方法。

【請求項 4】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を振動によって撹拌した後、振動及び噴流によって撹拌することを特徴とする焼入れ方法。

【請求項 5】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液の冷却過程である蒸気膜段階において、前記冷却液を振動によって撹拌するとともに、前記冷却液の冷却過程である対流段階において、前記冷却液を噴流によって撹拌することを特徴とする焼入れ方法。

【請求項 6】 前記冷却液の冷却過程である沸騰段階において、前記冷却液の撹拌方法を、振動による撹拌から噴流による撹拌に切り替えることを特徴とする請求項 5 に記載の焼入れ方法。

【請求項 7】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を、振動による撹拌及び噴流による撹拌の作動・停止を焼入れ中に個別に制御することで、撹拌することを特徴とする焼入れ方法。

【請求項 8】 前記冷却液を、振動による撹拌及び噴流による撹拌の強さも個別に制御することで、撹拌することを特徴とする請求項 7 に記載の焼入れ方法。

【請求項 9】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動によって撹拌した後、噴流によって撹拌するように撹拌方法を制御するようになって

いることを特徴とする焼入れ装置。

【請求項 10】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動及び噴流によって撹拌した後、噴流によって撹拌するように撹拌方法を制御するようになって

いることを特徴とする焼入れ装置。

【請求項 11】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動によって撹拌した後、振動及び噴流によって撹拌し、さらにその後噴流によって撹拌

するように撹拌方法を制御するようになっていないことを特徴とする焼入れ装置。

【請求項 12】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動によって撹拌した後、振動及び噴流によって撹拌するように撹拌方法を制御するようになっていないことを特徴とする焼入れ装置。

【請求項 13】 前記振動を、複数枚の振動板からなる多段式振動撹拌器によって発生させるとともに、当該多段式振動撹拌器は、振動周波数を調整可能となっていることを特徴とする請求項 9 乃至 12 の何れか一項に記載の焼入れ装置。

【請求項 14】 焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液の冷却過程である蒸気膜段階において、前記冷却液を振動によって撹拌するとともに、前記冷却液の冷却過程である対流段階において、前記冷却液を噴流によって撹拌するように撹拌方法を制御するようになっていないことを特徴とする焼入れ装置。

【請求項 15】 前記冷却液の冷却過程である沸騰段階において、前記冷却液の撹拌方法を、振動による撹拌から噴流による撹拌に切り替えるようになっていないことを特徴とする請求項 14 に記載の焼入れ装置。

【請求項 16】 前記振動を、複数枚の振動板からなる多段式振動撹拌器によって発生させるとともに、当該多段式振動撹拌器は、振動周波数を調整可能となっていることを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載の焼入れ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属の熱処理における焼入れ方法及び焼入れ装置に関し、特に、焼入れ時の変形や歪みを押さえるために有効な技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、焼入れは、鋼を変態点以上の温度に加熱した後、油、水、水溶性冷却剤などの適当な冷却液中に浸漬して急速に冷却する操作であり、例えば図 21 に示すような焼入れ装置が使用される。この焼入れ装置は、焼入れ材である冷却液 1 を貯えた冷却槽 2 と、この冷却槽 2 内に片寄せて配設されたプロペラ撹拌機 3 と、プロペラ撹拌機 3 による冷却槽 2 内の液流（流れ）4 を槽底から上部に向かうように整える整流板 5 とを備えている。もっとも、プロペラ撹拌機 3 の代わりに噴流用ポンプを用いるものもある。

【0003】この焼入れ装置を用いて、鍛製又は特殊鍛製の被処理物（以下、ワークという）を焼入れ処理する方法は次の通りである。すなわち、予めプロペラ撹拌機 3 を始動させて冷却槽 2 内に冷却液 1 の流れ 4 を作っておく。別途に加熱炉で変態点以上に加熱された高温のワークをバスケット等の容器 6 に収納し、これを冷却槽 2

の冷却液 1 に浸漬する。かくして冷却液の流れ 4 にさらすことによりワークは急冷され、硬化する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 この場合、容器 6 内のワークは、エレベータなどの昇降手段で下降させることで冷却液 1 中に浸漬され、焼入れが行われる。そのため、冷却は容器 6 の下部から始まり、徐々に上部が冷却される傾向がある。さらに、冷却液の流れ 4 が槽底部から上部に向かう上昇流であることも関与して、被処理物であるワークの全体を上部及び下部にわたって均一に冷却することは難しい。そのため、ワークが単体の場合は変形が起こり、またワークが多数個のロットの場合は、ロット全体でバラツキが発生してしまう。

【0005】 それでもワークの数量やサイズが小さければ、プロペラ攪拌機 3 による冷却液 1 の流れ 4 の乱され方が少ないから、バラツキのない良好な焼入れが行われやすい。しかしながら、一般的な焼入れ装置では、一度に重量で数百 kg から千 kg 程度のワークを焼入れする。そのため、冷却槽 2 内の流れ 4 が遮られてしまい、冷却槽 2 内におけるワークの位置、特に上部と下部とでは冷却速度が大きく異なり、冷却のバラツキが大きくなってしまふ。その結果、ワークの焼入れ硬さや、歪み・曲がりなどの焼入れ変形にバラツキが生じてしまうという不具合があった。

【0006】 ここで、熱処理に起因する歪み・曲がりなどの焼入れ変形が大きい場合には、熱処理後にワークの切削工程が必要となる。ところが、近年、熱処理部品の高精度化に伴い、歪み・曲がりなどの焼入れ変形を極力抑え、熱処理後の切削工程を省略することが切望されている。本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、焼入れ処理における冷却能のバラツキを抑制し、焼入れ時に発生する変形や歪みを抑制可能な焼入れ方法及び焼入れ装置を提供することを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】 このような課題を解決するために、本発明者らが鋭意検討を行った結果、焼入れ時に被処理物の表面に形成される焼入れ油の蒸気膜が、被処理物の形状や位置により不均一に破壊されることで、歪み・曲がりなどの焼入れ変形を大きくしていることを発見し、本発明に至った。

【0008】 本発明の第一の焼入れ方法は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を振動によって攪拌した後、噴流によって攪拌することを特徴としている。本発明の第二の焼入れ方法は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を振動及び噴流によって攪拌した後、噴流によって攪拌することを特徴としている。

【0009】 本発明の第三の焼入れ方法は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法におい

て、前記冷却液を振動によって攪拌した後、振動及び噴流によって攪拌し、さらにその後噴流によって攪拌することで冷却能のバラツキを抑制することを特徴としている。本発明の第四の焼入れ方法は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を振動によって攪拌した後、振動及び噴流によって攪拌することを特徴としている。

【0010】 ここで、本発明の第一乃至第四の焼入れ方法において「振動によって攪拌した後、噴流によって攪拌する」とは、振動による攪拌を停止すると同時に、噴流による攪拌を作動させるようにしてもよいし、振動による攪拌を完全に停止させてからしかる後に、噴流による攪拌を作動させるようにしてもよい。また、振動による攪拌を行っている途中から、噴流による攪拌を作動させるようにしてもかまわない。

【0011】 本発明の第五の焼入れ方法は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液の冷却過程である蒸気膜段階において、前記冷却液を振動によって攪拌するとともに、前記冷却液の冷却過程である対流段階において、前記冷却液を噴流によって攪拌することを特徴としている。また、本発明の第五の焼入れ方法は、前記冷却液の冷却過程である沸騰段階において、前記冷却液の攪拌方法を、振動による攪拌から噴流による攪拌に切り替えることが好ましい。

【0012】 ここで、本発明の第五の焼入れ方法において、冷却液の冷却過程である「蒸気膜段階」及び「沸騰段階」並びに「対流段階」とは、被処理物を加熱させた後冷却する時に、その温度と時間との変化における冷却液の状態変化を指す。本発明の第六の焼入れ方法は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ方法において、前記冷却液を、振動による攪拌及び噴流による攪拌の作動・停止を焼入れ中に個別に制御することで、攪拌することを特徴としている。

【0013】 また、本発明の第六の焼入れ方法は、前記冷却液を、振動による攪拌及び噴流による攪拌の強さも個別に制御することで、攪拌することが好ましい。本発明の第一の焼入れ装置は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動によって攪拌した後、噴流によって攪拌するように攪拌方法を制御するようになっていたことを特徴としている。

【0014】 本発明の第二の焼入れ装置は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動及び噴流によって攪拌した後、噴流によって攪拌するように攪拌方法を制御するようになっていたことを特徴としている。本発明の第三の焼入れ装置は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動によって攪拌した後、振動及び噴流によって攪拌し、

さらにその後噴流によって撹拌するように撹拌方法を制御するようになっていないことを特徴としている。

【0015】本発明の第四の焼入れ装置は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液を所定時間振動によって撹拌した後、振動及び噴流によって撹拌するように撹拌方法を制御するようになっていないことを特徴としている。また、本発明の第一乃至第四の焼入れ装置において、前記振動を、複数枚の振動板からなる多段式振動撹拌器によって発生させるとともに、当該多段式振動撹拌器は、振動周波数を調整可能となっていることが好ましい。

【0016】本発明の第五の焼入れ装置は、焼入れ冷却槽内の冷却液に被処理物を浸漬する焼入れ装置において、前記冷却液の冷却過程である蒸気膜段階において、前記冷却液を振動によって撹拌するとともに、前記冷却液の冷却過程である対流段階において、前記冷却液を噴流によって撹拌するように撹拌方法を制御するようになっていないことを特徴としている。

【0017】また、本発明の第五の焼入れ装置は、前記冷却液の冷却過程である沸騰段階において、前記冷却液の撹拌方法を、振動による撹拌から噴流による撹拌に切り替えるようになっていないことが好ましい。さらに、本発明の第五の焼入れ装置は、前記振動を、複数枚の振動板からなる多段式振動撹拌器によって発生させるとともに、当該多段式振動撹拌器は、振動周波数を調整可能となっていることが好ましい。

【0018】本発明の第一の焼入れ方法によれば、被処理物を冷却する冷却液を振動によって撹拌した後、噴流によって撹拌することによって、焼入れ時に被処理物表面に形成される冷却液（焼入れ油）の蒸気膜を振動撹拌により均一に破壊するとともに、取り除いた蒸気を噴流撹拌により均一に拡散消失させることが可能となる。このため、冷却能のバラツキをなくし、焼入れ時に発生する被処理物の歪み・曲がりなどの焼入れ変形を抑制することが可能となる。

【0019】本発明における第二乃至第四の焼入れ方法によれば、被処理物の形状や容器の大きさに合わせて、振動と噴流の組み合わせを変化させることで、被処理物に応じた最適な撹拌を行うことが可能となる。本発明の第五の焼入れ方法によれば、冷却液の冷却過程である蒸気膜段階において、冷却液を振動によって撹拌するとともに、冷却液の冷却過程である対流段階において、冷却液を噴流によって撹拌することによって、蒸気膜段階において、焼入れ時に被処理物表面に形成される蒸気膜を均一に破壊するとともに、その後の沸騰段階及び対流段階において、被処理物表面から取り除いた蒸気を均一に拡散消失させることができる。よって、強い冷却能のままで、焼入れ時に発生する被処理物の歪み・曲がりなどの焼入れ変形を抑制することが可能となる。

【0020】本発明の第六の焼入れ方法によれば、冷却

液を、振動による撹拌及び噴流による撹拌の作動・停止を焼入れ中に個別に制御するとともに、振動による撹拌及び噴流による撹拌の強さも個別に制御することで撹拌することによって、被処理物の形状や容器の大きさに応じた最適な撹拌を行うことが可能となる。よって、冷却能のバラツキをなくし、焼入れ時に発生する被処理物の歪み・曲がりなどの焼入れ変形を抑制することが可能となる。

【0021】本発明の焼入れ装置によれば、本発明の焼入れ方法を容易に実現することができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は、本発明における焼入れ装置の一実施形態を模式的に示し、(a)は正断面図、(b)は図1(a)におけるb-b線に沿った断面図である。なお、従来と同一部分には、同一符号を付してある。

【0023】本実施形態における焼入れ装置は、図1に示すように、冷却液1を貯えた冷却槽2と、この冷却槽2の中央部に配設され、焼入れ処理がなされるワーク（被処理物）を収納する容器6と、この冷却槽2内に片寄せて配置される振動撹拌機10と、容器6の下方を噴流撹拌管22が横切るように配置された噴流撹拌機20と、振動撹拌機10と噴流撹拌機20との切り替えやそれぞれの撹拌強度の調整を行う制御器30とを備えている。

【0024】振動撹拌機10は、等間隔で上下に配列した多段の振動板10aを有し、冷却液1を振動によって撹拌する多段式振動装置である。振動板10aの段数は、ワークを収納する容器6の高さ（深さ）に合わせて決められる。これらの振動板10aは、共通の軸10bを介して連結され、冷却液1に没入させてある。ここで、軸10bの端部は、振動の周波数を調整する周波数調整手段として周波数調整器（図示せず）を内蔵した駆動装置11に接続されている。

【0025】周波数調整器は、焼入れされるワークの形状や材質に応じて、冷却過程で振動周波数を変化させることで、振動による撹拌の強度を調整可能となっている。噴流撹拌機20は、噴流を送り出す噴流ポンプ21と、噴流を搬送する噴流管22と、噴流を冷却槽2の内壁に対向して噴出する噴出口23とを備えている。この噴出口23から噴出した噴流は、冷却槽2の下部より上部に向かう上昇流となり、冷却液1を噴流によって撹拌する。この噴流の噴出量は、焼入れされるワークの形状や材質に応じて、噴流による撹拌の強度を調整可能となっている。

【0026】すなわち、図21に示した従来例のプロペラ撹拌機3による上昇液流4の代わりに、噴流ポンプ21により上昇噴流を形成するようにしている。制御器30は、焼入れされるワークの形状や材質に応じて、振動

攪拌機 10 及び噴流攪拌機 20 との切り替えを行うタイミングを制御している。また、振動攪拌機 10 における攪拌の強度を調整するために、周波数調整器の制御を行うとともに、噴流攪拌機 20 における攪拌の強度を調整するために、噴流ポンプ 22 から噴出される噴出量の制御を行っている。

【0027】次に、上記構成を有する焼入れ装置を用いた焼入れ方法について説明する。図 2 は、振動攪拌及び噴流攪拌の作動状態を示すタイムチャートである。まず、振動攪拌機 10 を作動させ、冷却槽 2 内に冷却液 1 において水平方向の振動流 4 を形成する。そして、別途に加熱炉で変態点以上に加熱させた高温のワークを容器 6 内に収納し、例えば、エレベータ（図示せず）で冷却槽 2 の冷却液 1 内に浸漬させる。

【0028】次いで、図 2 に示すように、振動攪拌機 10 による振動攪拌を所定時間行い、ワーク表面が蒸気膜に覆われた蒸気膜段階が終了し、沸騰段階になった時点で振動攪拌機 10 の作動を切り替えて、噴流攪拌機 20 を作動させる。ここで、振動攪拌機 10 及び噴流攪拌機 20 が完全に切り替わるまでには所定時間を要する。このため、この時間を見込んで振動攪拌機 10 と噴流攪拌機 20 とを切り替えるタイミングを決定する。

【0029】ここで、振動攪拌機 10 及び噴流攪拌機 20 とを切り替えるタイミングは、焼入れするワークの形状、材料、或いは大きさなどによって決定することが望ましい。このタイミングの決定方法としては、例えば、予め振動或いは噴流による攪拌の様々な組み合わせパターンを試行し、焼入れするワークに最適なタイミングを決定するようにしてもよい。また、焼入れするワークに応じて、冷却液の冷却過程における蒸気膜段階、沸騰段階、及び対流段階の発生時間を予め測定しておき、それらの冷却過程発生時間に合わせてタイミングを決定するようにしてもよい。

【0030】そして、沸騰段階及び対流段階のワークを噴流攪拌機 20 による噴流攪拌により冷却することで、ワークを焼入れする。本実施形態における焼入れ方法によれば、冷却液 1 の蒸気膜段階において冷却液 1 に振動を加えることによって攪拌することで、冷却槽 1 内の冷却液 1 には、水平方向の振動流 4 が形成され、容器 6 内の上部、中部、下部を横断しつつワークの蒸気膜を均一に破壊することができる。

【0031】また、冷却液 1 の沸騰段階及び対流段階において、冷却液 1 を噴流によって攪拌することで、振動攪拌によって除去された蒸気を、素早く全体に拡散消失せ、冷却の均一性を向上させることができる。すなわち、冷却液を振動によって攪拌した後、噴流によって攪拌することで、ワーク全体が均一に硬化し、歪み・曲がりなどの焼入れ変形を抑制することが可能となる。

【0032】ここで、本実施形態の焼入れ方法によれば、冷却液 1 の冷却状態が蒸気膜段階において、振動に

よる攪拌のみを行い、冷却液 1 の冷却状態が沸騰段階及び対流段階において、噴流による攪拌のみを行うようにしたが、少なくとも冷却開始時に振動攪拌機 10 を作動させ、冷却終了時に噴流攪拌機 20 を作動させるようにするのであれば、これに限らない。例えば、図 3 に示すように、冷却開始時に振動攪拌及び噴流攪拌を行い、所定時間経過後、噴流攪拌のみを行うようにしてもよい。また、図 4 に示すように、冷却開始時に振動攪拌を行い、所定時間経過後、振動攪拌及び噴流攪拌を同時に行い、さらにその後、噴流攪拌のみを行うようにしてもよい。さらに、図 5 に示すように、冷却開始時に振動攪拌を行い、所定時間経過後、振動攪拌及び噴流攪拌を同時に行うようにしてもよい。

【0033】また、振動攪拌及び噴流攪拌の攪拌状況は、焼入れされるワークの形状や材質に応じて変更可能であり、例えば、図 6 に示すように、冷却開始時には強振動により攪拌を行い、所定時間経過後に弱振動による攪拌に切り替え、さらに所定時間経過後には振動による攪拌は停止し、噴流により攪拌を行うようにしてもよい。また、図 7 に示すように、冷却開始時には強振動により攪拌を行い、所定時間経過後に弱振動及び強噴流による攪拌に切り替え、さらに所定時間経過後には振動による攪拌は停止し、強噴流のみにより攪拌を行うようにしてもよい。さらに、図 8 に示すように、冷却開始時には強振動により攪拌を行い、所定時間経過後に弱振動及び強噴流による攪拌に切り替え、さらに所定時間経過後には振動による攪拌は停止し、弱噴流のみによる攪拌に切り替えるようにしてもよい。さらに、図 9 に示すように、冷却開始時には強振動及び弱噴流により攪拌を行い、所定時間経過後に弱振動及び強噴流による攪拌に切り替え、さらに所定時間経過後には振動による攪拌は停止し、弱噴流のみにより攪拌を行うようにしてもよい。

【0034】さらに、本実施形態の焼入れ方法において、振動攪拌機 10 及び噴流攪拌機 20 の切り替え及びそれらの攪拌強度の調整は制御器 30 によって行うようにしたが、これに限らず、手作業で行うようにしてもかまわない。

#### 【0035】

【実施例】次に、本発明の効果を、以下の実施例に基づいて検証する。加熱炉にて、焼入れ温度（830℃）まで加熱した C 型試験片（SUJ2）を冷却槽中に投入し、以下の条件下において焼入れを行った。

##### （1）冷却方法

##### （本発明例）

実施例 1）振動攪拌を 4 秒間行った後、噴流攪拌を行う。

実施例 2）振動攪拌を 8 秒間行った後、噴流攪拌を行う。

実施例 3）振動攪拌を 12 秒間行った後、噴流攪拌を行う。

実施例 4) 振動撹拌を 16 秒間行った後、噴流撹拌を行う。

【0036】ここで、振動撹拌を所望時間行った後、この振動撹拌機の作動を停止し、代わりに噴流撹拌機を作動させ、撹拌機の切り替えが完了するまでに約 4 秒要した。この切り替えが完了するまでの時間は、振動撹拌及び噴流撹拌が同時に行われていることになる。

(比較例)

比較例 1) 噴流撹拌のみを行う。

比較例 2) 振動撹拌のみを行う。

比較例 3) 振動撹拌と噴流撹拌を同時に行う。

比較例 4) 噴流撹拌を 8 秒間行った後、振動撹拌を行う。

## (2) 冷却条件

・冷却媒体：冷却油 FW243  
油温 70℃

振動撹拌の強さについては、予備実験により流量と振動周波数との関係を求めたところ、図 10 に示す直線関係が得られた。

【0037】冷却速さについては、遅い速いは冷却油の種類により大きく異なってくる。そこで、上記冷却油種 FW243 について、予備実験により温度 850℃ から 300℃ までの冷却速さ（秒数）と振動周波数との関係を求めたところ、図 11 の関係が得られた。すなわち、振動周波数が 10Hz から 30Hz までは冷却秒数が 60 秒台に略一定に維持し、周波数 30Hz を超えると、次第に速くなり、周波数 40Hz で冷却秒数 45 秒と最も速くなっていることが分かる。一方、周波数 40Hz を超えると今度は次第に遅くなり、周波数 60 秒を若干上回ってしまう。ところが、周波数 60Hz で冷却秒数は 60 秒を超えると、逆に急に早くなる。

【0038】このように、振動周波数の変化により冷却速さが変化するが、周波数が 10Hz 未満になると冷却が遅れて良好な焼入れ結果が得られず、一方、周波数 60Hz を超えると油の粘度にもよるが振動が空回りの状態となり、やはり良好な焼入れ結果が得られない。この結果から、冷却油種 FW243 を冷却液とする本実施例においては、最適な振動周波数として 40Hz を採用した。

【0039】これにあわせて、噴流撹拌における噴流の流量を、振動周波数 40Hz に対応すべく  $5\text{ m}^2/\text{Hr}$  とした。そして、それぞれの冷却方法によって焼入れされた試験片において、焼入れ前後における試験片の歪み量と、内部硬化度とを以下の試験条件に基づいて算出した。図 12 は、試験片の歪み量を示す図である。図 13 ～図 19 はそれぞれの冷却条件で焼入れした試験片の内部硬度を示す図である。なお、図 13 ～図 19 はいずれも、同一容器内に、振動撹拌機側から頂に所定間隔を空けて配置した No. 1 ～ No. 3 の試験片についての内部硬度を示している。図 20 は、被処理物の冷却時間

と、被処理物の冷却状態との関係を示す図である。

(歪み量試験条件) 830℃、60 分間の加熱条件で焼入れを行い、その焼入れ前後の試験片の開口部をマイクロメータによって測定し、その寸法の変化を歪み量とした。

(内部硬度測定条件) 830℃、60 分間の加熱条件で焼入れを行い、その焼入れ後の試験片における最大厚み部の内部硬度を、ビッカース硬さ計を用いて測定した。

【0040】図 12 に示す結果より、噴流撹拌のみを行った比較例 1 及び振動撹拌のみを行った比較例 2 と比べて、振動撹拌を行った後噴流撹拌を行った実施例 1 ～ 4 及び振動撹拌と噴流撹拌とを同時に行った比較例 3 においては、試験片の歪み量が少ないことが分かる。また、実施例とは逆に、噴流撹拌を行った後振動撹拌を行った比較例 4 においても、比較例 1 及び比較例 2 と同様に試験片の歪み量が多いことが分かる。このことより、振動撹拌及び噴流撹拌の組み合わせを変更することで、歪み量に変化が生じることが分かった。つまり、被処理物の形状、材質に応じて、振動撹拌及び噴流撹拌の組み合わせを調整することによって、歪みを調整可能であることが確認できた。

【0041】また、図 13 ～図 19 に示す結果より、噴流撹拌のみを行った比較例 1 及び振動撹拌のみを行った比較例 2、並びに振動撹拌と噴流撹拌とを同時に行った比較例 3 においては、内部硬度にバラツキが生じることが確認された。このことより、均一な硬度を確保するためには、冷却液に振動撹拌及び噴流撹拌とをともに行うとともに、振動撹拌と噴流撹拌との作動順序が重要であることが分かる。また、振動撹拌を 12 秒以上行った後噴流撹拌を行った実施例 3 及び実施例 4 においても、内部硬度にバラツキが生じていることが確認された。このことより、均一な硬度を確保するためには、振動による撹拌から噴流による撹拌への切り替えタイミングが重要であることが分かる。

【0042】さらに、図 20 に示す結果より、冷却液の冷却状態は、いずれの冷却条件の場合であっても、おおむね冷却を開始してから約 4 秒後に蒸気膜段階から沸騰段階に変化し、さらに、冷却を開始してから約 10 秒後には沸騰段階から対流段階に変化していることが分かる。つまり、実施例 1 及び実施例 2 を実現するためには、振動撹拌及び噴流撹拌の切り替えにかかる時間を考慮して、冷却液の冷却状態が蒸気膜段階（冷却開始時から約 8 秒程度まで）においては、振動撹拌を行い、冷却液の冷却状態が沸騰段階及び対流段階の適切なタイミングにおいては、噴流撹拌を行うようにすればよいことが分かる。

【0043】すなわち、上記結果より、冷却液の冷却過程が蒸気膜段階においては振動によって撹拌し、冷却液の冷却過程が沸騰段階及び対流段階においては噴流によって撹拌した実施例 1 及び 2 において、歪み・曲がりな

どの焼入れ変形が抑制され、均一な硬度を有する焼入れ処理がなされたことが確認できた。

#### 【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の焼入れ方法によれば、振動による攪拌と噴流による攪拌とを組み合わせ、被処理物を冷却する冷却液を振動によって攪拌した後、噴流によって攪拌することによって、焼入れ時に被処理物表面に形成される焼入れ油の蒸気膜を振動攪拌により均一に破壊するとともに、取り除いた蒸気を噴流攪拌により均一に拡散消失させることが可能となる。このため、冷却能のバラツキを抑制し、焼入れ時に発生する被処理物の歪み・曲がりなどの焼入れ変形を抑制することが可能となる。本発明の焼入れ装置によれば、本発明の焼入れ方法を容易に実現することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における焼入れ装置の一実施形態を模式的に示し、(a)は正断面図、(b)は図1(a)におけるb-b線に沿った断面図である。

【図2】振動攪拌及び噴流攪拌の一作動状態を示すタイムチャートである。

【図3】振動攪拌及び噴流攪拌の他の作動状態を示すタイムチャートである。

【図4】振動攪拌及び噴流攪拌の他の作動状態を示すタイムチャートである。

【図5】振動攪拌及び噴流攪拌の他の作動状態を示すタイムチャートである。

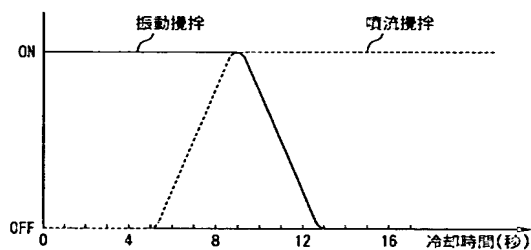
【図6】被処理物の冷却時間に対する振動攪拌及び噴流攪拌の作動状態の一実施形態を示すタイムチャートである。

【図7】被処理物の冷却時間に対する振動攪拌及び噴流攪拌の作動状態の他の実施形態を示すタイムチャートである。

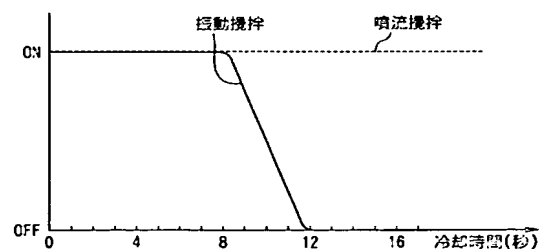
【図8】被処理物の冷却時間に対する振動攪拌及び噴流攪拌の作動状態の他の実施形態を示すタイムチャートである。

【図9】被処理物の冷却時間に対する振動攪拌及び噴流攪拌の作動状態の他の実施形態を示すタイムチャートである。

【図2】



【図3】



ある。

【図10】振動攪拌における噴流の流量と、振動周波数との関係を示すグラフである。

【図11】本発明における振動周波数と、冷却速度との関係を示すグラフである。

【図12】焼入れ方法における歪み発生量を示すグラフである。

【図13】振動攪拌のみによって焼入れを行った場合の内部硬度を示すグラフである。

【図14】噴流攪拌のみによって焼入れを行った場合の内部硬度を示すグラフである。

【図15】振動攪拌を4秒間行った後、噴流攪拌を行うようにした焼入れ方法における内部硬度を示すグラフである。

【図16】振動攪拌を8秒間行った後、噴流攪拌を行うようにした焼入れ方法における内部硬度を示すグラフである。

【図17】振動攪拌を12秒間行った後、噴流攪拌を行うようにした焼入れ方法における内部硬度を示すグラフである。

【図18】振動攪拌を16秒間行った後、噴流攪拌を行うようにした焼入れ方法における内部硬度を示すグラフである。

【図19】振動攪拌と噴流攪拌を同時に行うようにした焼入れ方法における内部硬度を示すグラフである。

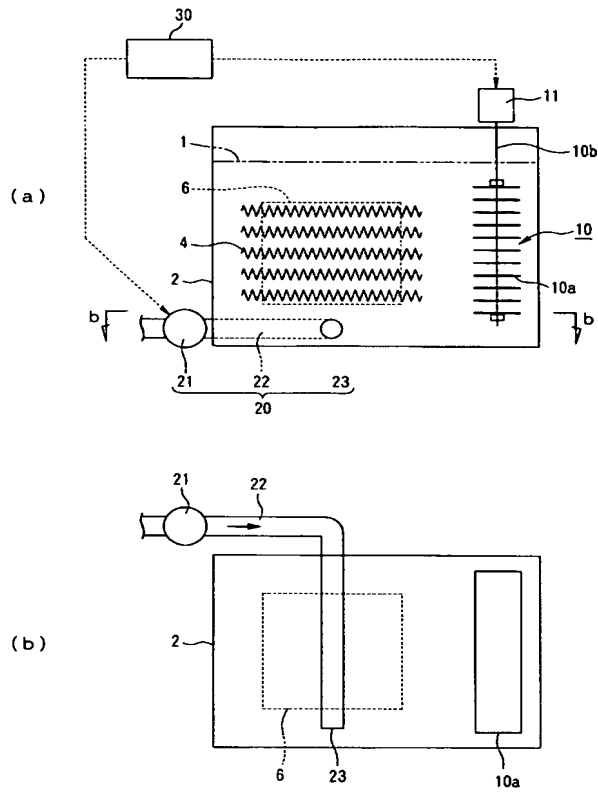
【図20】被処理物の冷却時間と、冷却液の冷却状態との関係を示す図である。

【図21】従来の焼入れ装置の一実施形態を模式的に示す正断面図である。

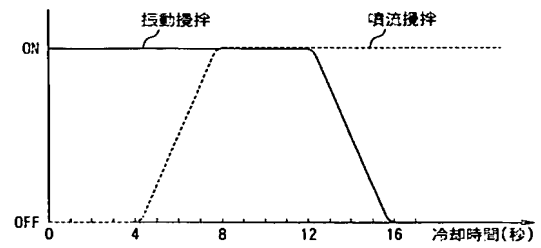
#### 【符号の説明】

- 1 冷却液
- 2 冷却槽
- 3 プロペラ攪拌機
- 4 振動流（流れ）
- 6 容器
- 10 振動攪拌機（振動攪拌手段）
- 20 噴流攪拌機（噴流攪拌手段）
- 30 制御器

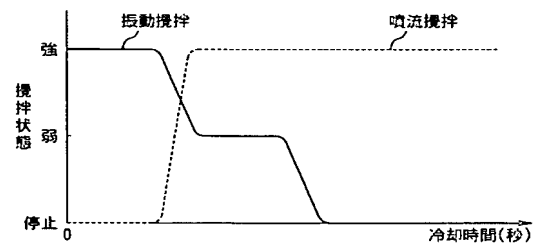
【図 1】



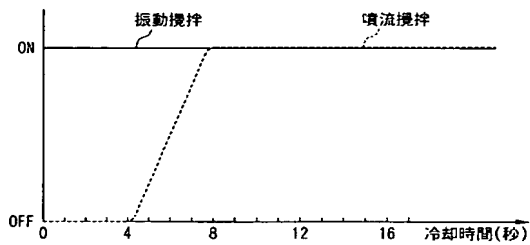
【図 4】



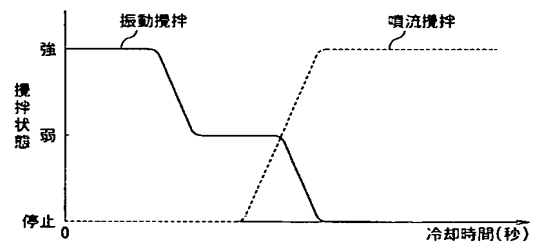
【図 7】



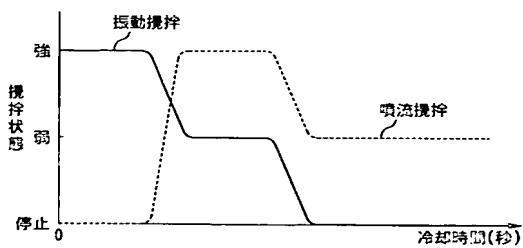
【図 5】



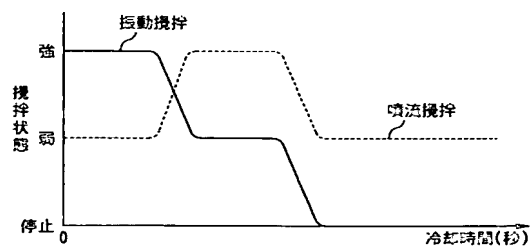
【図 6】



【図 8】

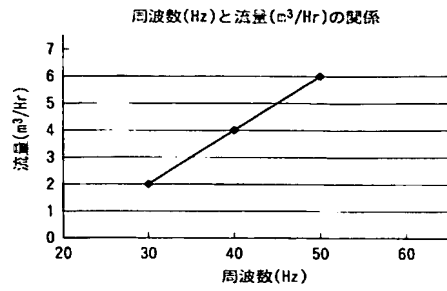


【図 9】

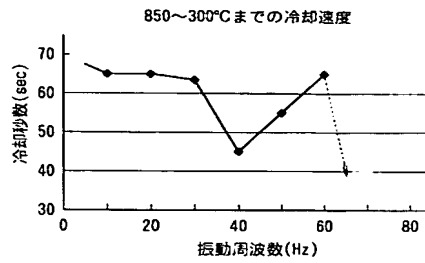




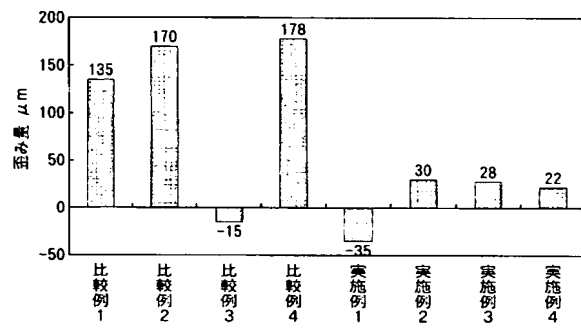
【図 10】



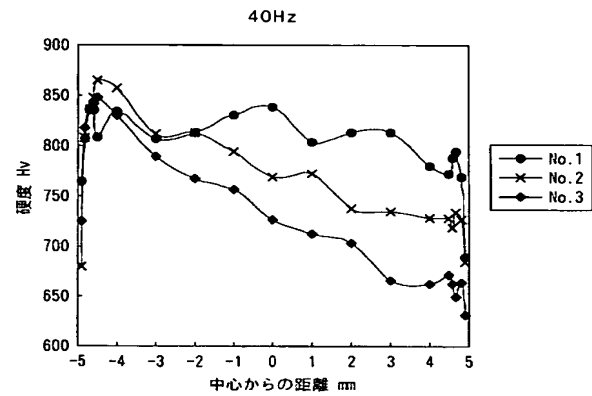
【図 11】



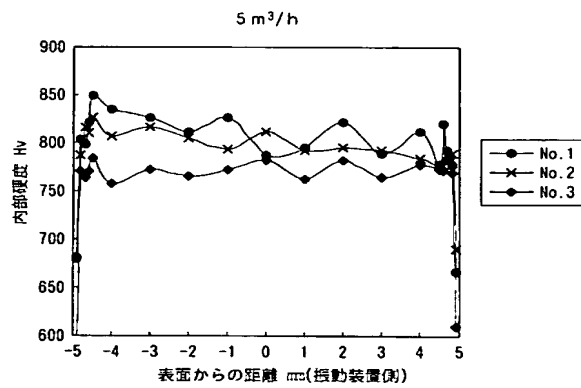
【図 12】



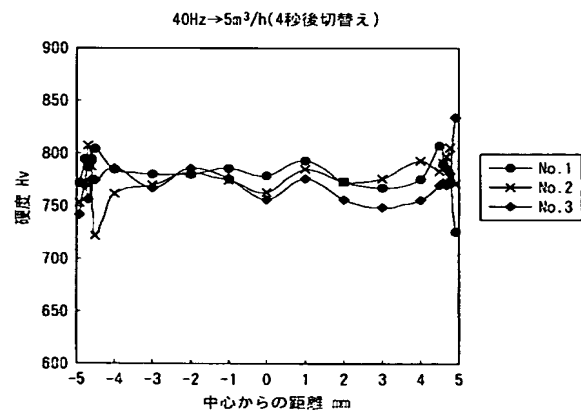
【図 13】



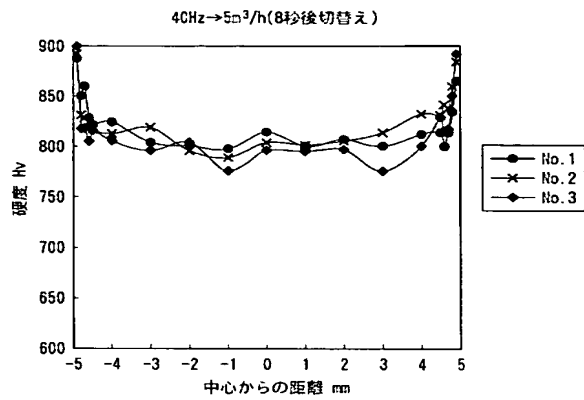
【図 14】



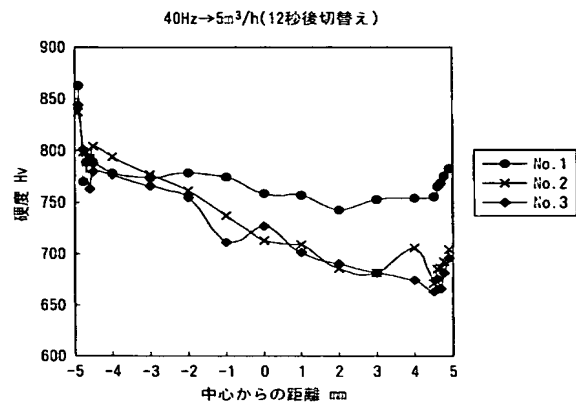
【図 15】



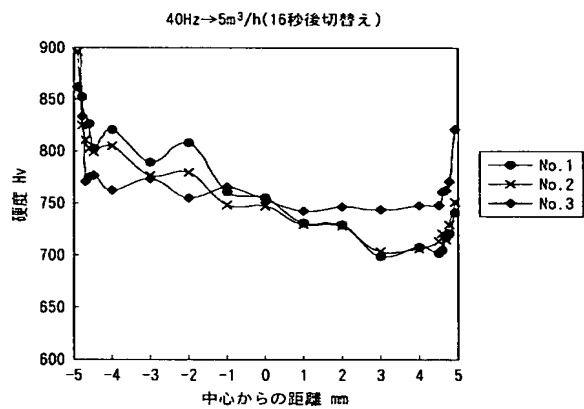
【図 16】



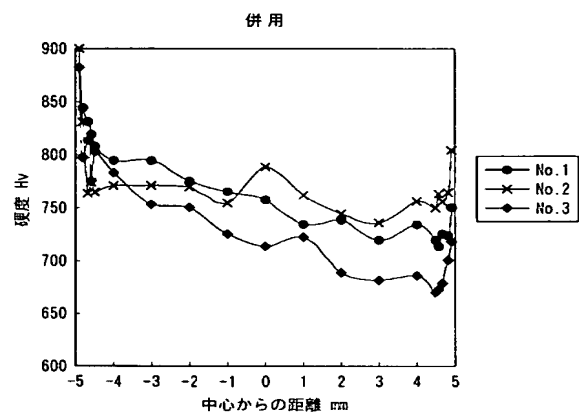
【図 17】



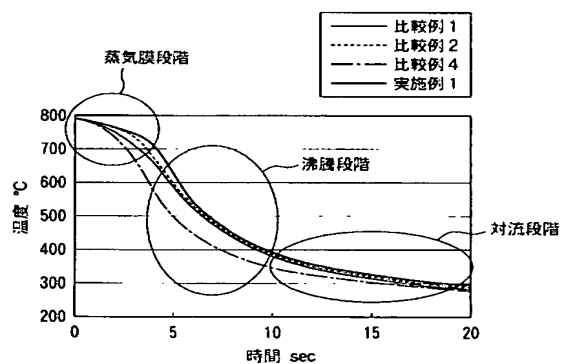
【図 18】



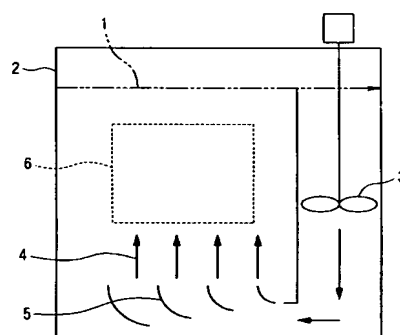
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 博充

埼玉県入間郡三芳町北永井888-23

(72) 発明者 横田 秀雄  
神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 日石三  
菱株式会社内

(72) 発明者 須田 聡  
神奈川県横浜市中区千鳥町 8 番地 日石三  
菱株式会社内

(72) 発明者 星野 浩之  
新潟県新潟市竜が島 2 丁目 1 番 1 号 日本  
石油加工株式会社内

F ターム (参考) 4K034 AA01 AA02 DB03 FA04 FB12